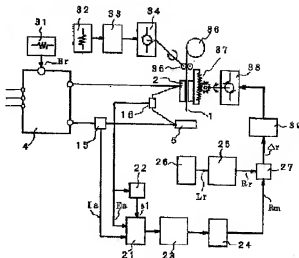


TITLE : SHORT CIRCUITING TRANSFER TYPE
ARC WELDING METHOD



SOLUTION: In a short circuiting transfer type arc welding method, a welding torch 2 of forcible power supply type is used, the preliminarily requested resistance value of a wire of the length equivalent to the distance from the power supply point of the welding torch 2 to the surface of a work 5 to be welded is calculated as the reference resistance value R_r , the welding voltage E_a and the welding current I_a are detected at prescribed timing during the short-circuit period after the welding is started, the resistance value $R_a = E_a / I_a$ is calculated for each detection, and the mean value R_m of the resistance value R_a obtained through the detection of the prescribed number is obtained, and the height of the welding touch 2 is regulated so that the mean value R_m is equal to the reference resistance value R_r .

BNSDOCID: <JP_____411058016A_A.I>

【特許請求の範囲】

【請求項1】 消耗性電極ワイヤを用い短絡とアーク発生とをくりかえしながら溶接を行う短絡移行式アーク溶接方法において、溶接ワイヤへ給電点が一定する強制給電形の溶接トーチを用い、予め要求される溶接トーチの給電点から被溶接物の表面までの距離に相当する長さのワイヤの抵抗値を基準抵抗値 R_r として算出しておき、溶接開始後は短絡期間中の所定の時期に溶接電圧 E_a および溶接電流 I_a を検出し、各検出毎に抵抗値 $R_a = E_a / I_a$ を算出するとともに所定回数検出によって得られた抵抗値 R_a の平均値 R_m を得て、前記平均値 R_m が前記基準抵抗値 R_r と等しくなるように前記溶接トーチの高さを調整する短絡移行式アーク溶接方法。

【請求項2】 前記溶接電圧 E_a および溶接電流 I_a は1回の短絡期間中の各平均値を検出するものである請求項1に記載の短絡移行式アーク溶接方法。

【請求項3】 前記溶接電圧 E_a および溶接電流 I_a は各短絡期間の始期から一定時間後の値をサンプリングするものである請求項1に記載の短絡移行式アーク溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、消耗性電極ワイヤ（以後単にワイヤという）を用い、シールドガス中において短絡とアーク発生とをくりかえして行う短絡移行式アーク溶接方法の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】短絡移行式アーク溶接においては、一般に略定電圧特性の溶接電源を用い、ワイヤを一定速度で送給しながら溶接を行う。このとき、ワイヤの溶融速度は溶接が安定に継続しているかぎりワイヤの送給速度と平衡しており、ワイヤの送給速度が一定なら溶接アークによる溶融量に対応する平均溶接電流も一定になる。

【0003】即ち、平均溶接電流 I_1 、平均溶接電圧 V_1 で溶接中に被溶接物の表面が低くなってトーチと被溶接物との距離が長くなったとすると、この分だけアーク長が長くなる。しかるに、アーク長が長くなるためにはこれに正比例する平均溶接電流 I_1 が小さくならなければならないが、前述のように溶接電源は略定電圧特性であり、出力電流の増加に対してわずかに出力電圧が低下する程度である。このためにアーク長が長くなると急激に電流が減少する。この電流減少によってワイヤの溶融量が激減し、かつこの間にもワイヤは一定速度で送給されているので、ワイヤのトーチからの突出し長さが増加して、アーク長の変化を抑制し、アーク長の回復にしたがって平均溶接電流も回復して、平衡することになる。

【0004】逆に、アーク長が減少しようとしたときは、上記と逆の経過をたどりアーク長の減少分だけ平均溶接電流が一時的増加し、ワイヤの溶融量増加によってア

ーク長が回復し、アーク長の回復にしたがって平均溶接電流も回復して平衡する。

【0005】上記の現象は、消耗性電極を用いて一定速度でワイヤを送給するアーク溶接において、定電圧特性の溶接電源を用いて安定に溶接が行なえるためのアークの自己制御性として一般に知られているものである。しかるに、実際には、ワイヤの溶接トーチからの突出し部分における抵抗発熱もワイヤの溶融に相当な割合で寄与しており、上記のようにトーチと被溶接物との間の距離が変化したときに落着く平衡点では、ワイヤの突出し長さが変動前よりも増減しており、これに伴うワイヤ自身を流れる電流による抵抗発熱も大巾に増減して、これによってワイヤの溶融量も相当量変化するようになる。一方、ワイヤの送給速度はこれらの前後において変化しないので、結局ワイヤ溶融量全体におけるアーク熱によるワイヤの溶融量の割合が以前よりもワイヤの抵抗発熱に基づく溶融量変化分だけ変化していることになる。このことは溶接電圧が略一定であることから平均溶接電流がワイヤの抵抗発熱に依存して変化した状態でも平衡に達することを意味する。

【0006】上記から、従来はこの平均溶接電流の変化を検出して、これを一定に保つようにトーチ高さ（トーチの被溶接物表面方向の距離）を変化させるアーク値い方法と呼ばれる制御方法が行なわれていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、上記のように平均溶接電流を検出してこれを一定にするようにトーチ高さを調整する方式のものにおいては、この平均溶接電流の変化が抵抗発熱による溶融量変化によるものであり、一般に抵抗発熱が $I^2 \cdot R$ で表わされる通り、平均溶接電流の2乗に比例する要素が含まれており、ワイヤ溶融量の変化に比べて検出し得る量（平均溶接電流）の変化は少なく、また制御系が非線形（2乗）の要素を入力として動作することになるので精度や安定性に欠けるものであった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記従来技術の課題を解決するために、消耗性電極ワイヤを用い短絡とアーク発生とをくりかえしながら溶接を行う短絡移行式アーク溶接方法において、溶接ワイヤへの給電点が一定する強制給電形の溶接トーチを用い、予め要求される溶接トーチのチップの給電点から被溶接物の表面までの距離（ワイヤの突き出し長さ）とアーク長との和であるがアーク長は短いので以後これらの和をワイヤ突出し長と言う）における前記ワイヤの抵抗値を基準抵抗値 R_r として算出しておき、溶接開始後は短絡期間中の所定の時期に溶接電圧 E_a および溶接電流 I_a を検出し、各検出毎に抵抗値 $R_a = E_a / I_a$ を算出するとともに所定回数検出によって得られた抵抗値 R_a の平均値 R_m を得て、前記平均値 R_m が基準抵抗値 R_r と等しくなるように前

記溶接トーチの高さを調整する短絡移行式アーク溶接方法を提案したものである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明者は、ワイヤ送給速度が一定でも平均溶接電流が変動する原因が溶接トーチからのワイヤ突出し長の変動にあることを考慮し、ワイヤ突出し長を測定できれば、これを制御することは可能であると考え、溶接中におけるワイヤ突出し長の測定方法について検討した。

【0010】まず、溶接中において、ワイヤ突出し長（の平均値）が変化する原因の一つに溶接トーチ内におけるワイヤへの給電点が変動することが考えられる。一般の溶接トーチにおいては給電チップとよばれる銅合金にワイヤ径よりもわずかに大なる内径の孔をあけたものに溶接電源から給電し、ワイヤをこの給電チップの中を貫通させて溶接部に送給するものである。図1はこの様子を給電チップ部を主体として示した断面図である。同図において、1はワイヤであり図示しない送給機構により矢印方向に送給される。2は溶接トーチ本体であり図ではその極く一部を示してある。3は溶接トーチ2に設けられた給電チップであり、クロム銅のような比較的硬度の高い銅合金で作られており、軸方向にワイヤ挿通用の貫通孔3aが設けられている。この貫通孔3aの内径はこれに挿通するワイヤ1の直径よりわずかに大なる寸法にしてある。また、給電チップ3は図に模式的に示したように溶接電源4の一方の出力端子に接続されており、溶接電源4の他方の出力端子に接続された被溶接物5とワイヤ1との間にアーク6を発生させて溶接を行う。また給電チップ3の周囲および溶接部には溶接中にアーク6および溶融部を被包するためのシールドガス7が供給される。

【0011】図1において、通常溶接中に電流が流れるワイヤの長さとしては、この給電チップ3の先端からワイヤ1の先端までの長さ L_0 を指して言われることが多い。しかし、前述のように溶接結果に直接影響する抵抗発熱は、このような見掛けの長さ L_0 ではなく、給電チップ3とワイヤ1との接触部A、即ち真の給電点Aとワイヤ先端までの長さとしてある。それ故、この給電点Aが溶接中に変動すると給電チップの先端と被溶接物表面との距離、即ち本発明で言うワイヤ突出し長に相当する距離を一定とし、かつ溶接電圧を一定に保つても実際に溶接電流が流れるワイヤの長さは変化することになって、このために平均溶接電流が変動して、溶け込み深さや溶着ビード幅が変動してしまうことになる。

【0012】そこで本発明においては、ワイヤに対する給電点を常に一定にするために強制給電式の溶接トーチを用いる。本発明の実施に適する強制給電式の溶接トーチとしては、本出願人らが先に提案しているものがある（例えば特開昭58-93580号、特公平2-49833号）。その一例の一部分を断面図にて図2(a)、

(b)に示す。図2の溶接トーチにおいて、給電チップ3は可塑性支持部材12に支持されており、バネ13によりワイヤガイド14に対してそのワイヤ貫通孔が偏心するように付勢されており、ワイヤ1は図2(b)の正面図に示すように常に給電チップ3のワイヤ貫通孔の一方の内壁に押圧された形となり、これにより給電チップ3とワイヤ1との接触部が限定され給電点が定まる。

【0013】図2に示すような強制給電式の溶接トーチを用いてワイヤの突出し長と抵抗値との関係を測定した結果を図3に示す。図3は、直径1.2mmの軟鋼用炭酸ガスアーク溶接用ワイヤを溶接トーチから送給して被溶接物に短絡させて所定の電流を流して給電チップと被溶接物との間の電圧降下を測定し、これから両者の抵抗値を算出した結果を示すものであり、横軸に給電チップと被溶接物との間の距離、即ちワイヤ突出し長を、また縦軸に算出した抵抗値を示してある。図3に示す通り、ワイヤ突出し長と抵抗値とはほぼ正比例の関係にあり、この関係はワイヤの材質、直径がかわっても抵抗値がかわるだけで同様の様子を呈する。

【0014】上記から、あらかじめ材質と直径とをパラメータとしてワイヤ突出し長と抵抗値との関係を実験により求めておけば、溶接時にはトーチ高さやワイヤ突出し長を測定しなくても抵抗値を測定することにより真のワイヤ突出し長が求められることを意味する。連に必要なワイヤ突出し長を得るための抵抗値も予め知ることが可能である。そこで本発明においては、ワイヤと被溶接物とを短絡させて所定の電流を流し、このときの電流および溶接トーチと被溶接物との間の電圧降下から抵抗値を算出し、あらかじめ実験により求めておいたワイヤ突出し長と抵抗値とのデータと比較することによりそのときのワイヤ突出し長を推定できることを利用して、溶接中に短絡とアーク発生とをくりかえす短絡移行式アーク溶接において、短絡発生中に溶接トーチと被溶接物との間の抵抗値を検出して、この抵抗値の平均値があらかじめ定めた抵抗値に等しくなるように溶接トーチの高さを調整して、所望のワイヤ突出し長を確保するアーク溶接方法を提案したものである。

【0015】図4に本発明の短絡移行式アーク溶接方法を実施する装置の例を構成図にて示す。同図において4は溶接電源であり、商用交流電源をアーク溶接に適した特性に変換する。またこの溶接電源4の出力電圧は溶接電圧設定器31の設定値 V_r に対応して定まる。32は溶接電流設定器であり、ワイヤ送給速度制御回路33に対して要求される溶接電流に見合ったワイヤ送給速度指令信号1rを出力する。ワイヤ送給速度制御回路33は入力信号に応じた出力をワイヤ送給用電動機34に供給し、ワイヤ送給用電動機34は適当な減速機構を介して送給ローラ35を駆動しこれにより所定の速度でワイヤをワイヤリール36から引き出して溶接トーチ2の給電チップ3から被溶接物5に向って送給する。溶接トーチ

チ2にはトーチ高さ調整機構37が設けられており、この高さ調整機構37はトーチ位置調整用電動機38によって駆動される。

【0016】一方、溶接電源の出力端子の一方は溶接トーチ2の給電チップに接続され、他の出力端子は被溶接物4に接続される。溶接電流は電流検出器15によって検出されて信号1aとなり、また溶接電圧は電圧検出器16にて検出されて信号Eaとなる。この電圧検出器16の出力信号は除算器21と短絡検出器22とに入力される。短絡検出器22においては入力電圧信号Eaが予め定められた電圧より低下したときに、または入力電圧が設定値より低下してから所定時間の経過後に短絡検出信号s1を出力する。除算器21においては溶接電流検出器15の出力1aと溶接電圧検出器16の出力Eaとを入力として $Ea/1a$ を算出し、短絡検出信号s1に同期して、抵抗値信号 $Ra=Ea/1a$ を出力する。この抵抗値信号Raは記憶回路23に時系列に順次記憶される。記憶回路23には所定個数の抵抗値信号Raが記憶されるものとし、データ量が記憶容量に達すると逐次最も古いデータから破棄し新しいデータを末尾に加える方式のものを用いる。記憶回路23の内容は所定のタイミングで読み出されてこれらの平均値Rmが平均値演算回路24にて演算される。

【0017】溶接に先立ち、ワイヤ突出し長とそのときの抵抗値との関係を各ワイヤの材質および直径に関して実験により求めておき、これをデータベースとして突出し長対抵抗値記憶回路25に格納しておく。溶接の開始に際して要求される溶接品質に対応するワイヤ突出し長Lをワイヤ材質および直径とともにワイヤ突出し長設定器26にて設定し、その設定信号に対応した抵抗値Rrを突出し長対抵抗値記憶回路25から読み出して抵抗値基準値Rrとして出力する。この抵抗値基準値Rrは溶接中に平均値演算回路24にて算出された検出抵抗値の平均値Rmと比較器27にて比較されて、差信号 $\Delta r=Rr-Rm$ がトーチ位置調整用電動機制御回路39に供給される。トーチ位置調整用電動機制御回路39はこの誤差信号 Δr が減少する方向に、即ち $\Delta r > 0$ なら検出抵抗値が低下するのこれを増加させるべく溶接トーチを上昇させてワイヤ突出し長を増加させ、逆に $\Delta r < 0$ なら $Rr < Rm$ であり突出し長が長すぎるので溶接トーチを下降させるように、トーチ位置調整用電動機を駆動し、 $\Delta r = 0$ となるように制御する。

【0018】図4の装置は上記のように動作するので溶接トーチの給電チップの給電点と被溶接物の表面との間の距離を常に所望の値に保つことができる。

【0019】図4の装置において、短絡検出器22は溶接中にワイヤ1が被溶接物5に短絡したときに検出信号s1を出力するものであるが、短絡移行式アーク溶接においては、この短絡からアーク発生までの間に電極先端の形状が大きく変化する、このために電圧検出器の出力E

aと大きく変化する。この様子を図5により説明する。図5は短絡移行式アーク溶接における溶接電圧、溶接電流の時間的な変化を各時期におけるワイヤ先端の状態と共に示した図であり、(a)は溶接電圧、(b)は溶接電流、(c)は各時期におけるワイヤ先端の状況を概念的に示した図である。同図において、Taはアーク発生期間、Tbは短絡中を示す。アーク発生中においてワイヤ先端はアークにより溶融され、溶融したワイヤは溶接電圧、溶接電圧が比較的低く設定されている短絡移行式アーク溶接においては、容易に離脱せず溶融球となってワイヤ先端に留る。この溶融球は次第に成長しつつには時刻tsにおいて示すように被溶接物に接触する。(短絡期間の始まり)このとき、溶融球は大きく、その断面積が大きいために検出し得る電圧は比較的低い値となり、その後ワイヤ先端の溶融球が被溶接物面に急速に移行して短絡部分のワイヤ溶融部分はほとんどなくなり、短絡部分の直径もワイヤ径にほぼ等しくなる(時刻ts1ないしts2)。さらに時間が経過すると短絡電流の増加によりこの短絡電流の電圧力により短絡部は強くけられて次第に細くなり($t=t3$)、やがて瞬間して短絡解消・アーク再生に至る。それ故、短絡発生直後の溶接電圧は真のワイヤ部分の抵抗による電圧降下を示しているとはいえず、また短絡期間の末期も細くくびれた部分の抵抗値を含むために正しい値が得られるとは限らない。それ故、ワイヤ突出し長に対応する溶接電圧としては短絡開始後若干の遅れ時間Tdを経て後の電圧を採用するように短絡検出器22を構成しておくことが望ましい。

【0020】また、図4の装置においては、基準抵抗値Rrとしてあらかじめ実験によりワイヤの材質、直径毎に求めたワイヤ突出し長対抵抗値のデータベースからワイヤ材質、直径、ワイヤ突出し長を指定して対応する基準抵抗値を読み出すようにしたが、この基準抵抗値としては上記によるほか特に突出し長対抵抗値記憶回路を設けず、溶接開始初期のワイヤ突出し長における平均値演算回路24の出力を記憶し、この値を基準値Rrとして引続く溶接中に用いるようにしてもよい。この場合、溶接開始等には、他の方法、例えば目視による突出し長の測定などにより開始し、基準値Rrが得られるまでの暫時の間はトーチ位置調整用電動機制御回路を休止させてトーチ高さを初期のまま保ち、一定時間経過後はその直前の平均値演算回路24の出力を基準値Rrとして記憶して以後に之に供するようにトーチ位置の制御を開始するように構成すればよい。

【0021】図6はこのようなした装置の例を示す図であり、40aは溶接開始から一定時間の後に閉じるタイマ接点、40bは溶接開始から一定時間の後に開くタイマ接点、41は記憶回路である。同図の他は図4の装置と同機能のものに同符号を付してある。

【0022】図6の装置においては、溶接開始時にはタ

イマ接点40bは閉じており、タイマ接点40aは開いているので平均値演算回路24の出力は記憶回路41にも供給され、一方トーチ高さ制御用電動機制御回路39の出力は、電動機38には供給されず、溶接トーチは停止している。

【0023】図6の装置において、溶接開始前に溶接トーチ2の高さを所望のワイヤ突出し長になる位置に手動操作にて位置決めしておく。この状態で溶接開始するとそのときの短絡時の溶接電圧、溶接電流とが除算器21にて除算されて抵抗値R_aとなり、記憶回路23に順次記憶されて、記憶データが所定数となったところで平均値演算回路24はこれらの平均値R_mを算出する。この平均値R_mはタイマ接点40bを通して記憶回路41に入力される。溶接開始から所定時間経過するとタイマ接点40bが開くので記憶回路41はその直前の入力信号を記憶する。この記憶回路の内容は基準抵抗値信号R_rとして比較器27に出力されて平均値演算回路24の出力R_mと比較されて差信号 $\Delta r = R_r - R_m$ がトーチ位置調整用電動機制御回路39に出力される。またタイマ接点40bが開くのと同時にタイマ接点40aが閉じるのでトーチ位置調整用電動機制御回路39の出力は電動機38に供給されて溶接トーチの高さを短絡時の抵抗値の平均値が記憶回路41の出力R_mに等しくなるように動作する。

【0024】図4および図6の装置においては個別の回路を組合せて構成したがこれらをマイクロコンピュータを用いてソフトウェアによって実現してもよい。その場合には、溶接電圧検出器16、溶接電流検出器15の各出力を入力としてこれらを除算して $R_a = R_a / I_a$ を得、短絡検出信号によってこれらの除算結果を逐次記憶するとともに適当個数のデータの平均値R_mを取り、基準値R_rと比較して差信号 $\Delta r = R_r - R_m$ を出力するところまでを一連のソフトウェアに置きかえればよい。

【0025】さらにまた、溶接トーチを産業用ロボットに取りつけて、ロボットに溶接経路を表示して溶接を行うものにおいては、比較信号 Δr をロボット制御装置に供給して、溶接トーチの位置制御信号をこれによって補正するように構成すればよい。この場合、トーチ位置調整用制御回路39はロボット制御回路に、またトーチ位置調整用電動機38およびトーチ高さ調整機構37はロボット本体にそれぞれ代替することにより実現できる。

【0026】

【発明の効果】本発明は上記の通りであるので、ワイヤ突出し長の検出を高精度に行うことができ、検出遅れがなく、真のワイヤ突出し長を目的の値に正確に保つことが可能となる。また、ワイヤ突出し長と抵抗値との関係を手探り求めて記憶させておくことにより、溶接開始に際して特にトーチ高さを計測して、目的の値に合せる作業をしなくても、所望のワイヤ突出し長に対応する抵抗値を設定するだけで適当なトーチ高さで溶接を開始すれば

その後極く短時間のうちに目的のワイヤ突出し長を確保できる位置にトーチを保持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】給電チップのワイヤへの給電点と溶接電流が流れるワイヤの長さとの関係を説明するための図。

【図2】強制給電方式の溶接トーチの概要を示す断面図。

【図3】ワイヤ突出し長と抵抗値との関係を示す線図。

【図4】本発明の短絡移行式アーク溶接方法を実施する装置の例を示す図。

【図5】図4の装置における溶接電圧と溶接電流の変化をワイヤ先端の様子と共に示す図。

【図6】本発明の短絡移行式アーク溶接方法を実施する装置の別の例を示す図。

【符号の説明】

- 1 ワイヤ
- 2 溶接トーチ
- 3 給電チップ
- 3a ワイヤ貫通孔
- 4 溶接電源
- 5 被溶接物
- 6 アーク
- 7 シールドガス
- 11 固定のワイヤガイド
- 12 可換性のチップ支持部材
- 13 パネ
- 14 可換性のチップ支持部材を回転可能に支持するピン
- 15 溶接電流検出器
- 16 溶接電圧検出器
- 21 除算器
- 22 短絡検出器
- 23 記憶回路
- 24 平均値演算回路
- 25 突出し長対抵抗値記憶回路
- 26 突出し長設定器
- 27 比較器
- 31 溶接電圧設定器
- 32 溶接電流設定器
- 33 ワイヤ送給速度制御回路
- 34 ワイヤ送給電動機
- 35 送給ローラ
- 36 ワイヤリール
- 37 トーチ高さ調整機構
- 38 トーチ位置調整用電動機
- 39 トーチ位置調整用電動機制御回路
- 40a 溶接開始後一定時間の後に閉じるタイマ接点
- 40b 溶接開始時から一定時間の間閉じるタイマ接点
- 41 基準抵抗値記憶回路
- L 真のワイヤ突出し長

1.0 見掛けのワイヤ突出し長

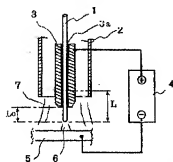
Ta 7-7 発生期間

Tb 短絡期間

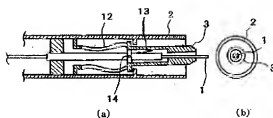
t s 短絡発生時刻

 t d | 抵抗値検出待時間 |

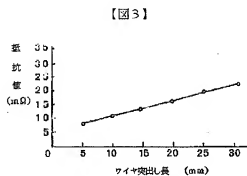
【图1】



【图2】



【圖4】



【图5】

